

I-348 – COMPARAÇÃO DE MÉTODO TRADICIONAL E AUTOMATIZADO DE LIMPEZA DE PISCINA PÚBLICA

Maria Eduarda Silva Moreira⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Izabelly Aguiar Palmeira Bulhões⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Camilla Santos Corrêa⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Viviani Viana de Souza⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Jhonatan Barbosa da Silva⁽⁵⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. Doutor em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

Endereço⁽¹⁾: Rua G, 22, Quadra 12, Cohab Cristo Rei, Várzea Grande- MT - CEP: 78135-730 - Brasil - Tel: (65) 99974-8795 - e-mail: enge.eduarda@gmail.com

RESUMO

Considerando as atividades de limpeza, foi observado que existe um processo que requer grande esforço físico e tempo para ser realizado: a limpeza de piscina. Uma das etapas desse processo é a escovação das paredes laterais e do fundo, que pode ser considerada como a etapa mais árdua. Ela é necessária para limpar o acúmulo de sujeira ou algas que podem estar presentes nas paredes da piscina. Buscando facilitar esse processo, foi utilizado um robô limpador de parede e fundo de piscina, controlado por um sistema microcontrolado. A piscina representa uma fonte de lazer de grande importância social, com a prática de esportes e atividades recreativas. A piscina foi monitorada por 63 dias, em que foram feitas análises físico-químicas, e a aplicação do Índice de Saturação de Langelier. O trabalho forneceu subsídios para os procedimentos de manutenção da piscina.

PALAVRAS-CHAVE: Piscina, robô limpador de piscina, Índice de Saturação de Langelier.

INTRODUÇÃO

Considerando as atividades de limpeza doméstica, foi observado que existe um processo que requer grande esforço físico e tempo para ser realizado: a limpeza de piscina. Uma das etapas desse processo é a escovação das paredes laterais e do fundo, que pode ser considerada como a etapa mais árdua. Ela é necessária para limpar o acúmulo de sujeira ou algas que podem estar presentes nas paredes e no fundo da piscina. Buscando facilitar esse processo, foi utilizado um robô limpador de piscina, controlado por controle remoto.

A palavra piscina significa em latim, viveiro de peixes. A piscina era um reservatório em que se criavam peixes. Também significa grande tanque com instalações próprias para a prática de natação e de outros esportes aquáticos (LAROUSSE CULTURAL, 1998 apud JORGE MACÊDO, 2003) ou tanque artificial para natação (KOOGAN e HOUAISS, 1994 apud JORGE MACÊDO, 2003).

Já as definições atuais, definem piscina como o conjunto de instalações destinadas ao banho específico e práticas de esportes aquáticos, compreendendo os equipamentos de tratamento de água, casa das máquinas, vestiários e quaisquer outras instalações necessárias ao uso, como solário, arquibancadas e tobogã.

Como banho específico se entende aquele que se utiliza água por imersão para fins não destinados ao asseio, limpeza corporal. Uma das condições de uso da piscina é a prévia higiene corporal (PEREIRA, 1979 apud JORGE MACÊDO, 2003).

Os robôs auxiliam de forma significativa seus usuários, reduzindo esforços empregados para executar uma determinada função, realizando atividades consideradas de alta periculosidade, reduzindo custos ou simplesmente aumentando a produtividade do processo.

É com a finalidade de reduzir os custos e esforços empregados no processo de limpeza que se propõe o uso do robô limpador de piscinas. Facilitar a atividade desgastante de limpeza e escovação das paredes e do fundo das piscinas mantendo uma eficiência de limpeza.

A pesquisa é importante porque através dela podemos avaliar a eficiência do filtro do robô da piscina. Como o robô não gasta água para aspirar a piscina, vamos quantificar a quantidade de água que ele economiza e através de análises laboratoriais verificaremos o consumo dos produtos químicos que são utilizados na piscina.

Com base no exposto, o presente trabalho objetivou monitorar a qualidade da água e a comparação entre o método manual de limpeza e usando o robô Dolphin2x2 da piscina pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), a fim de fornecer dados e informações para subsidiar os procedimentos de tratamento e adequação dos parâmetros de acordo a NBR 10818 (ABNT, 1989).

MATERIAIS E MÉTODOS

O local onde será executado todo o serviço de campo, e onde o trabalho se refere, é a piscinada Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, delimitada na Figura 1 abaixo.



Figura 1: Localização da área onde foi realizado o estudo.

A piscina em questão tem um volume aproximado de 3600 m³, e tem em sua casa de máquinas um sistema de recirculação e tratamento de água, composta por dois pré-filtros, dois conjuntos motor-bomba, oito filtros e uma série de tubulações, que faz com que a água retorne tratada. Esta é aberta ao público, de terça-feira a domingo com o funcionamento simultâneo do sistema de recirculação e filtração.

A figura 2 exhibe o robô Dolphin2x2 da piscina pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), no processo de aspiração da piscina. Após a aspiração os filtros do mesmo precisam ser limpo.

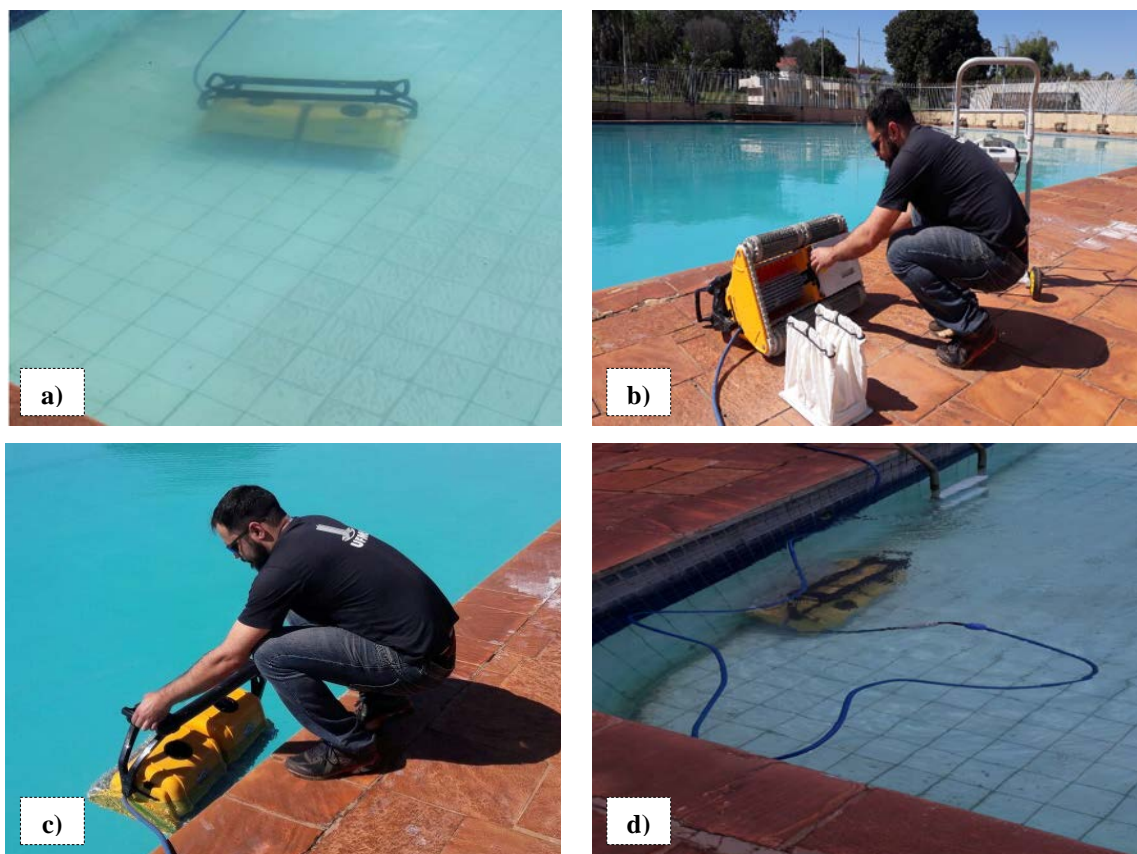


Figura 2: Processo de aspiração, limpeza da piscina e retirada dos filtros do Robô.

As coletas para as análises físico-químicas foram realizadas durante os meses de maio, junho e julho, com exceção de sábado, domingo e feriados. As amostras foram coletadas às 09h da manhã, realizadas em três pontos diferentes da piscina, a uma profundidade de pelo menos 30 cm, totalizando 63 dias de monitoramento.

O cloro livre foi determinado pelo método DPD colorimétrico proposto pelo manual Hach Pocket ColorimeterTM II, na faixa de 0,02 a 2 mg.L⁻¹; as medidas de turbidez foram efetuadas no Turbidímetro AP 2000, da marca Policontrol; o pH foi determinado através do pHmetro da marca MS TEKNOPON®, modelo MPA-210 (eletrodo Digimed);

Todas as análises realizadas seguiram as técnicas e métodos padronizados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd ed. (Tabela 1).

Tabela 1: Relação dos parâmetros e métodos analisados.

Parâmetros	Métodos Analíticos
Temperatura da água	SMEWW 2510 – Laboratory and Field Methods
Condutividade Elétrica	SMEWW 2510 – Laboratory Method
pH	SMEWW 4500 H ⁺ B – Eletrometric Method
Sólidos Totais	SMEWW 2540 B – Total Solids Dried at 103-105 °C
Turbidez	SMEWW 2130 B – Nephelometric Method
Alcalinidade	SMEWW 2320 B – Método Titulométrico
Dureza	SMEWW 2340 C – Método Titulométrico
Cloro	HACH – 8021

Na análise da Alcalinidade e Dureza foi utilizada a titulação, processo pelo qual se determina a concentração das soluções. Essa técnica consiste em reagir um volume conhecido de uma amostra, designado de titulado, com um volume determinado de um reagente de natureza e concentração conhecidas, que é a solução padrão e recebe o nome de titulante. Nesse processo utiliza-se uma solução denominada indicador, que irá auxiliar na identificação do ponto de viragem, que ocorre quando o titulado encontra o ponto de equivalência observado pela mudança de uma determinada cor para outra.

O Índice de Saturação de Langelier foi calculado pela Equação abaixo (CORROSION-DOCTORS, 2003), utilizando a média dos resultados dos sólidos dissolvidos totais 628 mg.L⁻¹ (Estevam, 2012).

$$ISL = pH + D + A - S - T - 9,3$$

Onde:

$$S = (\text{Log}[SDT] - 1) \cdot 10^{-1};$$

$$T = -13,12 \cdot \text{Log}(^{\circ}\text{C} + 273) + 34,55;$$

$$D = \text{Log}[\text{dureza total em mg CaCO}_3\text{.L}^{-1}] - 0,4;$$

$$A = \text{Log}[\text{alcalinidade em mg CaCO}_3\text{.L}^{-1}].$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 representa os resultados das análises referentes ao mês de maio de 2017.

Tabela 2: Resultados de análises do mês de maio 2017.

Data	pH	Temp.(°C) Amostra	Turbidez (NTU)	Condutividade (uS/cm)	Alcalinidade (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Dureza (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Cloro (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	ISL
25/mai	7,86	25	7,62	904	41,2	346,9	0,07	0,0
29/mai	7,47	26	3,81	894	39,1	297,8	0,18	-0,4
30/mai	7,27	26	3,79	880	40,5	314,7	0,24	-0,6
31/mai	7,64	25	5,01	940	33,6	314,7	0,14	-0,3

Nos primeiros dias de monitoramento, a concentração de cloro livre estava abaixo de 0,8 mg Cl₂.L⁻¹, concentração mínima proposta pela NBR 10818 (ABNT, 1989), a alcalinidade estava abaixo da faixa recomendada por Macêdo (2003), (80 a 120 mg CaCO₃.L⁻¹). Apesar do controle do cloro livre e a aplicação de carbonato de sódio, os parâmetros ficaram fora das recomendações no mês.

A temperatura média da água para o mês de maio foi de 26°C. A média da dureza foi de 318,5 mg CaCO₃.L⁻¹, dentro da faixa recomendada por Macêdo (2003), (200 a 400 mg CaCO₃.L⁻¹). Os valores de dureza total também contribuíram para que a média do Índice de Saturação Langelier ficasse entorno de -0,3, reforçando que a água possuía tendências a dissolver carbonato de cálcio e uma possível tendência para a corrosão, de acordo com Maierá (1999).

Durante o mês de maio não foram identificados florescimentos de algas e variações de coloração, mas a água estava turva, sendo que a média da turbidez foi de 5,06 NTU. Foram dosados 50 Kg de carbonato de sódio no dia 30 de maio.

A tabela 3 representa os resultados das análises referentes ao mês de junho de 2017.

Tabela 3: Resultado das análises do mês de junho/2017.

Data	pH	Temp.(°C) Amostra	Turbidez (NTU)	Condutividade (uS/cm)	Alcalinidade (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Dureza (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Cloro (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	ISL
01/jun	7,38	23	2,81	928	30,2	327,8	0,34	-0,6
02/jun	7,35	24	2,72	925	30,9	309,0	0,16	-0,7
05/jun	7,31	24	1,80	922	33,0	299,6	1,03	-0,7
06/jun	7,09	24	5,43	923	37,0	302,7	0,35	-0,9
07/jun	7,75	25	10,82	610	36,3	304,3	0,11	-0,2
08/jun	7,59	24	6,57	625	41,2	296,5	0,24	-0,3
14/jun	7,37	23	6,27	823	33,0	307,4	0,15	-0,6
20/jun	7,42	21	1,20	724	22,6	291,7	1,13	-0,8
21/jun	7,23	21	5,76	747	24,7	319,9	0,21	-0,9
22/jun	7,4	20	2,71	844	26,8	326,2	0,13	-0,7
25/jun	7,44	26	3,67	813	24,7	302,7	0,12	-0,6
26/jun	7,14	20	4,38	820	30,9	312,1	0,15	-0,9
28/jun	7,17	21	6,51	821	35,0	312,1	0,1	-0,8
29/jun	7,85	22	2,97	761	28,8	307,4	0,06	-0,2

A alcalinidade aumentou com a adição do carbonato de sódio, chegando a 41,2 mg CaCO₃.L⁻¹. Ela diminuiu com a aplicação do sulfato de alumínio, que reage com a alcalinidade da água, reduzindo-a para a média de 28,3 mg CaCO₃.L⁻¹ até o fim do mês de junho, abaixo da faixa recomendada. Já o Índice de Saturação Langelier ficou na média de -0,6 para este mês, próximo a faixa de estabilidade (-0,5 a +0,5) proposta por (MAIERÁ, 1999) mas, ainda assim, a água apresentou tendências para corrosão.

A temperatura média da água para o mês de junho foi de 23°C. Neste mês foram aplicados 90 kg de carbonato de sódio, 80 kg de dicloroisocianurato de sódio, e 50 kg de sulfato de alumínio.

Os picos de cloro aconteceram nos dias 05 e 20 deste mês, com valores de 1,03 mg Cl₂.L⁻¹ e 1,13 mg Cl₂.L⁻¹ respectivamente, devido a dosagem alta para tentar alcançar a faixa recomendada que é de 0,8 a 3,0 mg Cl₂.L⁻¹.

A dureza se manteve na faixa ideal, mas a turbidez estava elevada chegando a ter 10,82 NTU no dia 7 deste mês. O pH se manteve dentro da faixa ideal conforme (Macedo,2003).

A tabela 4 representa os resultados das análises referentes ao mês de julho de 2017.

Tabela 4: Resultados das análises do mês de julho/2017.

Data	pH	Temp.(°C) Amostra	Turbidez (NTU)	Condutividade (uS/cm)	Alcalinidade (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Dureza (mgCaCO ₃ .L ⁻¹)	Cloro (mg Cl ₂ .L ⁻¹)	ISL
03/jul	7,84	24	3,79	651	24,7	324,6	0,15	-0,2
04/jul	7,48	21	3,62	655	22,7	321,5	0,05	-0,7
05/jul	7,49	20	2,68	752	22,6	323,1	0,07	-0,7
06/jul	7,4	20	2,66	470	24,7	357,6	0,08	-0,7
07/jul	8,03	20	2,56	475	30,8	345,0	0,07	-0,0
10/jul	7,83	20	1,59	722	30,9	346,6	0,07	-0,2
11/jul	7,58	21	2,86	677	26,8	324,6	0,09	-0,5
12/jul	7,52	20	2,64	671	28,8	334,0	0,08	-0,6
13/jul	7,52	20	2,56	673	24,7	345,0	0,12	-0,5

Conforme se verifica na Tabela 4, o cloro manteve-se abaixo do mínimo recomendado durante o mês de julho. O pH esteve dentro da faixa ideal em quase todos os dias analisados exceto no dia 07 que foi de 8,03, apresentando uma média de 7,63 e a alcalinidade manteve-se com média em 26 mg CaCO₃.L⁻¹, abaixo da faixa recomendada, desde o tratamento com sulfato de alumínio realizado no fim de junho.

A turbidez diminuiu gradativamente à medida que os flocos iam sedimentando, sendo removidos nos filtros e nos processos de aspiração. Já o Índice de Saturação Langelier ficou na média de -0,48 para este mês, dentro da faixa de estabilidade (-0,5 a +0,5) proposta por (MAIERÁ, 1999).

Entre os dias 05 e 11 de julho foram feitas a limpeza e aspiração da piscina com o robô Dolphin 2x2. Durante e depois da utilização do robô pode-se perceber uma melhora na turbidez chegando a valores abaixo de 2 NTU como mostra a figura 3 abaixo.

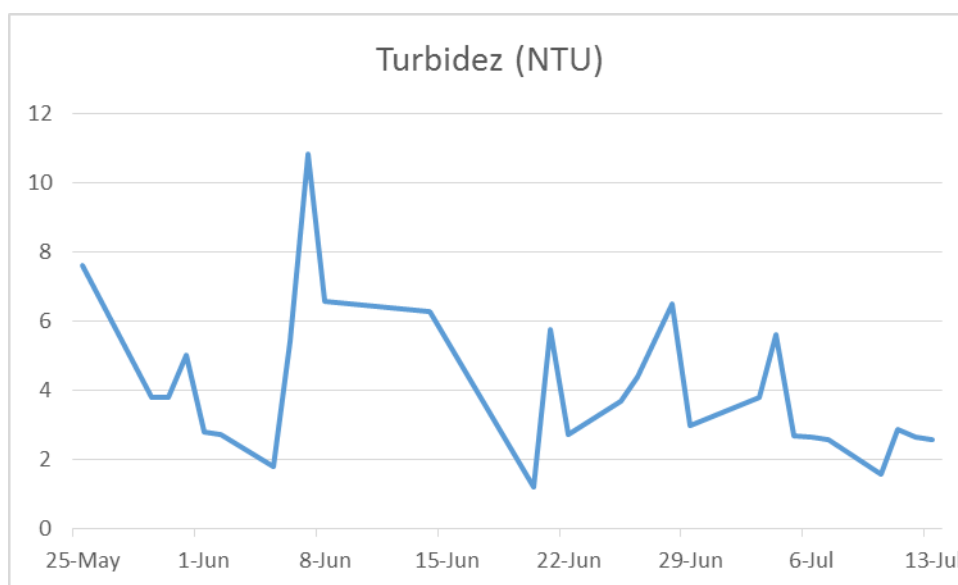


Figura 3: Resultados das análises de turbidez.

A figura 4 abaixo mostra os valores de sólidos totais analisados de amostras recolhidas da lavagem do filtro do robô.

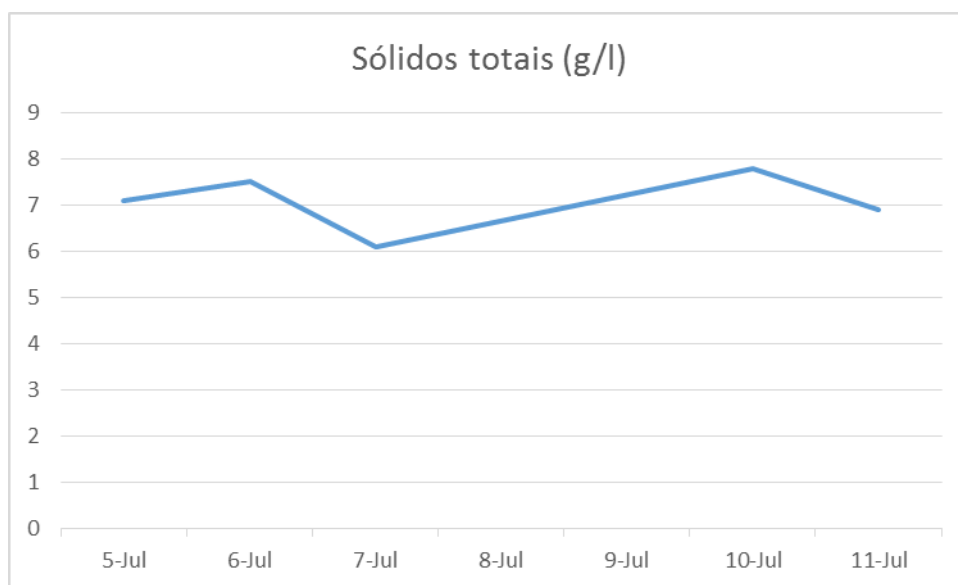


Figura 4: Resultados de análises de Sólidos totais.

O trabalho mais árduo e cansativo na piscina é a aspiração do fundo, que leva em média 7 horas. Além de ser muito desgastante esse tipo de limpeza acaba desperdiçando muita água e produtos químicos. Para cada dia de limpeza são desperdiçados 59,3 m³ de água. No mês são feitas 4 limpezas totalizando 237,27 m³ de água que são descartadas. Considerando a estrutura tarifária da concessionária local e a UFMS como poder público, na faixa de consumo acima de 20 m³, o valor da tarifa de água é R\$22,92 por m³ consumido, resultando num gasto médio de R\$ 5.438,23 por mês apenas com descarte de água.

CONCLUSÕES

O trabalho forneceu subsídios para os procedimentos de manutenção e limpeza da piscina, como um auxílio à tomada de decisões, referentes à quantidade e frequência das aplicações de produtos químicos.

A dureza total está na faixa ideal proposta por Macêdo (2003), valores entre 200 e 400 mg CaCO₃.L⁻¹, a alcalinidade está fora da faixa ideal, que deve estar entre 80 e 120 mg CaCO₃.L⁻¹, e o pH entre 7,2 e 7,8. Mantendo esses parâmetros dentro das faixas propostas, o Índice de Saturação de Langelier ficará entre -0,5 e +0,5, indicando que a água está quimicamente balanceada, sem tendências para precipitar ou dissolver carbonato de cálcio.

Recomenda-se que seja feito um estudo da eficácia do cloro estabilizado utilizado, como o seu tempo de contato ideal, as concentrações ótimas a serem aplicadas na piscina, e uma comparação do seu potencial de oxidação em relação aos derivados clorados não estabilizados.

O robô Dolphin 2x2 mostrou ser eficiente, já que pelos testes ele limpa a piscina toda em 8 horas, 1 hora a mais que a limpeza manual. Remove a sujeira do fundo, filtra a água, ajuda a dispersar os produtos dosados e não descarta água no seu processo de limpeza.

Recomenda-se que ele seja utilizado 5 dias por semana num ciclo de 2 a 4 horas. Com o tempo ele irá reduzir a limpeza manual de 4 vezes por semana para 2 vezes. Assim evitando o desperdício de água e produtos dosados na piscina.

Conclui-se que a utilização do robô limpador de piscina é importante para diminuir os gastos que a limpeza manual gera a mais por mês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10339**: Projeto e execução de piscinas, sistema de recirculação e tratamento: Rio de Janeiro. 1998.
2. MACÊDO, J.A.B. **Piscinas Água & Tratamento & Química**. Juiz de Fora: CRQ 4. 2003.
3. MAIERÁ, N. **Piscinas – litro a litro**. São Paulo: Mix Editora Ltda. Sp., 2000.
4. CORROSION-DOCTORS. **Langelier Saturation Index (LSI)**. Disponível em: < <http://www.corrosion-doctors.org/Cooling-Water-Towers/Index-Langelier.htm> >.
5. ANDRADE, N.J e MACÊDO, J. A. B. **Análises físico-químicas e microbiológicas de águas, detergentes e sanificantes**. Viscosa-MG: Universidade federal de viscosa; (UFV)1994.
6. FORMAGGIA, D. M. E. **Piscina – Risco para saúde pública**. Revista da Piscina, n.54, p-11, 2000.
7. AUTOMATIC HOUSE. **O que é automação residencial**. 2013. Disponível em:<<http://www.automatichouse.com.br/AutomaticHouse/WebSite/Automacao/Residencial.aspx>>. Acesso em 17 maio 2017, 15:30.
8. LAYTON, Julia. **Como funciona o aspirador-robô**. 2005. Disponível em: <<http://casa.hsw.uol.com.br/aspirador-robo3.htm>>. Acesso em 09 maio. 2017.
9. HIDROALL. **Manual prático de tratamento de piscinas**. Hidroall Ltda, 21p,Campinas, 2002.
10. MEYER, S. T. O. **O uso do cloro na desinfecção de águas, a formação de trihaletos e os riscos potenciais a saúde pública**: caderno da saúde pública. v.10,n.1,São Paulo, 1994.
11. MONTEIRO, C. E. **Piscinas- manutenção e tratamento da água**. CETESB- companhia de tecnologia de saneamento ambiental, São Paulo, 1984.